



①⑨ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 196 51 632 A 1**

②① Aktenzeichen: 196 51 632.3  
②② Anmeldetag: 12. 12. 96  
④③ Offenlegungstag: 18. 6. 98

⑤① Int. Cl.<sup>6</sup>:  
**H 01 L 23/051**  
H 01 L 23/10  
H 05 K 5/00  
H 05 K 7/00  
H 01 L 25/07

DE 196 51 632 A 1

⑦① Anmelder:  
Semikron Elektronik GmbH, 90431 Nürnberg, DE

⑦② Erfinder:  
Löwer, Dieter, 91126 Schwabach, DE

⑤⑤ Entgegenhaltungen:

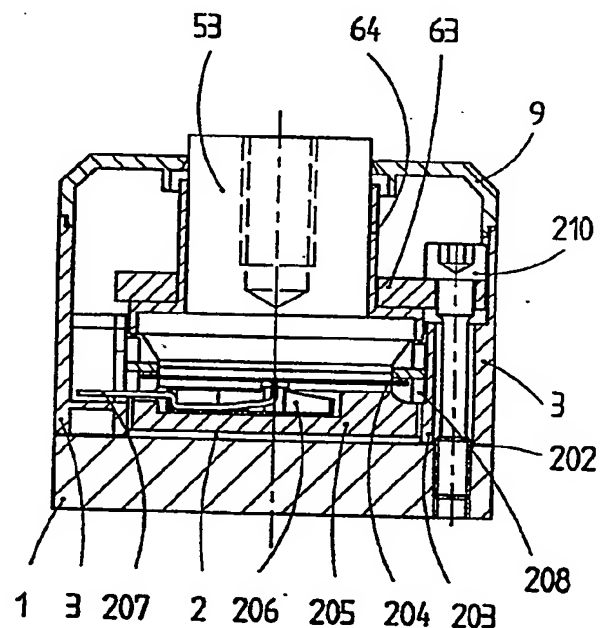
|    |                |
|----|----------------|
| DE | 1 95 31 496 C1 |
| DE | 41 31 200 A1   |
| DE | 35 08 456 A1   |
| DE | 34 21 672 A1   |
| DE | 33 01 759 A1   |
| DE | 30 05 313 U1   |
| DE | 41 22 428      |
| US | 39 99 285      |
| WO | 90 01 800      |

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ Leistungshalbleitermodul

⑤⑦ Es wird ein Leistungsmodul beschrieben, das bei Druckkontaktierung aller Anschlüsse des mindestens einen Leistungshalbleiterbauelementes (204) bei Einsatz von Dehnschrauben (210) einen konstanten Druck der Innenaufbauten bei den verschiedensten Temperaturbelastungen ausweist, das sich durch eine neuartige Füge- und Verschlusstechnik auszeichnet und sich so für einen sicheren Betrieb bei höchster Stromdichte in dem Hochleistungsbereich eignet.



DE 196 51 632 A 1

Die Erfindung beschreibt ein Leistungshalbleitermodul, insbesondere ein Stromumrichtermodul nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1, das in Druckkontaktausführung für sehr hohe Leistungsanforderungen geeignet ist. Druckkontaktverbindungen sind aus der Technologie der Herstellung von Halbleitermodulen als Verbindungstechnik hinlänglich bekannt.

Leistungsanschlüsse für sehr große Ströme und Stromdichten werden nach dem Stand der Technik als Schraub- oder Druckkontakte formschlüssig oder in der niederen Leistungsklasse durch Löten bzw. Schweißen stoffschlüssig ausgeführt.

Die Kontaktsicherheit von Leistungsmodulen ist bei Dauer- oder Wechsellastbetrieb von entscheidender Bedeutung für die Funktionssicherheit der Schaltungsanordnung. Die äußeren Anschlüsse müssen bei wechselnden thermischen und elektrischen Belastungen immer einen sicheren Kontakt zu den internen Kontaktstellen aller Anschlüsse der Schaltungsanordnung gewährleisten. Bei formschlüssigen Kontakten wird durch das Erlahmen der Druckkräfte eine Funktionsstörung des gesamten Moduls in realer Zeit verursacht. Zur Erzielung einer höheren Lebensdauer sind aus der Literatur zu dieser Problematik viele Beschreibungen bekannt. Um das Erreichen einer unbegrenzten Lebensdauer wird gerungen.

Zur Erzielung höchster Leistungsdichten in Leistungshalbleitermodulen sind Druckkontakte für die Hauptstromverbindungen zu realisieren und zum Erreichen einer großen Lebensdauer erforderlich.

Die Technologie der Druckkontaktierung ist, bedingt durch die Erfordernisse der Hermetisierung gegenüber der Atmosphäre, wiederholt Gegenstand der beschriebenen Forschung durch Schaffen aller Voraussetzungen für eine praktikierbare Technik gewesen.

DE 30 05 313 A1 beschreibt eine solche druckkontaktierte Leistungshalbleiteranordnung, die aus mindestens zwei Halbleiterelementen hergestellt worden ist. Diese Anordnung ist zerstörungsfrei demontierbar so aufgebaut, daß der notwendige Kontaktdruck der dort als Druckspeicher eingesetzten Tellertedern über die Verschraubung der Anordnung eingestellt wird. Problematisch war hier die Hermetisierung der pn-Übergänge gegen die Atmosphäre.

Dazu passend wurde in einer separatell Veröffentlichung, der DE 34 21 672 A1, ein hermetisierbares Leistungshalbleiterbauelement vorgestellt. Die Präparation dieses wechsellastbeständigen schaltbaren Halbleiterbauelementes ist relativ aufwendig.

In DE 35 08 456 A1 wird ein Druckkontaktaufbau und dessen Verfahren zur Herstellung von Leistungshalbleitermodulen beschrieben. Durchjustierte Verschraubungen wird die in dem Gehäuse vorhandene innere Spannkraft zum Drücken der Isolierkeramik bzw. der Leistungshalbleiter auf die Kühlfläche herangezogen. Das Nachlassen der Spannkraft des Gehäuses als Element des Druckaufbaues spricht gegen eine lange Lebensdauer der so aufgebauten Module, da hier kein weiterer Druckenergiespeicher vorgesehen ist.

In DE 41 31 200 A1 wird ein als Brückenelement ausgebildetes Gehäuse zum Druckaufbau verwendet. Die in einzelnen Teilbezirken des Brückenelementes unterschiedlichen Masseverteilungen können ein unterschiedliches Fließverhalten bei Wechselbelastung zeigen, wodurch die eingestellte Druckkraft in einzelnen Teilbezirken des Modulaufbaus verändert wird, was negative Wirkungen auf die Zuverlässigkeit haben kann.

In DE 41 22 428 wird ein als Druckspeicher fungierendes Kissenelement in die Schaltungsanordnung eingebaut. Die-

ses Kissenelement drückt und fixiert die schaltungsinternen Bauteile gegen die Kühlfläche, wobei die Verschraubung mit dem Kühlelement einen statischen Druck aufbaut.

In einer früheren Anmeldung, der DE 195 31 496, wird ein druckgebendes Gehäuse mit gleichartig ausgebildeten Druckklippen vorgestellt, wodurch bei Beachtung der übrigen Aufbauvorschriften eine gleichartige Druckverteilung auf alle Verlustwärme erzeugenden Bauteile des Moduls gegeben ist, dabei wird jedes einzelne Bauteil federnd gedrückt. Für sehr große Flächendrücke ist eine solche Druckklippenfederung jedoch nicht geeignet.

Andere Bauformen solcher bekannten Leistungshalbleitermodule weisen in Aussparungen des Gehäuses druckkontaktierte und in Isoliermasse eingeschlossene und dadurch fixierte Leistungshalbleiterschalter, wie Dioden oder Thyristoren, auf. Das starre Einbetten von druckkontaktierten Halbleiterelementen birgt in sich den Nachteil einer relativ großen Störanfälligkeit, was nur durch Minderung der Leistungsparameter ausgeglichen werden kann.

Dieser Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein elektronisches Modul sehr hoher Leistungsdichte in Druckkontaktausführung mit hoher Lebensdauer und Zuverlässigkeit vorzustellen, das durch eine Druckanpassung in allen Betriebszuständen einen eingestellten Anpreßdruck dynamisch aufrechterhält und dadurch eine sehr hohe Leistungsbereitschaft bei maximaler Zuverlässigkeit garantiert.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die Maßnahmen des kennzeichnenden Teiles des Anspruchs 1 gelöst, bevorzugte Weiterbildungen sind in den Unteransprüchen beschrieben.

Die Grenzen der möglichen Leistungsdichte eines Leistungshalbleitermoduls in beispielhafter Ausführung einer Halbbrücke für Stromumrichter wurden und werden durch die dauerhafte und gleichförmige innere Kontaktierung des/der pn-Übergänge mit den äußeren Starkstromanschlüssen bestimmt.

Das Für und Wider von stoff- oder formschlüssigen Kontakten großflächiger pn-Übergänge ist vielfach beschrieben worden. Durch Löten hergestellte stoffschlüssige Kontakte altern bei Wechsellast bis hin zu deren Zerstörung. Eine einfache und zerstörungsfrei wiederholbare Kontaktierung ist für Bauteile und Schaltungsanordnungen der Leistungsklasse in Umrichtern zu bevorzugen. Zerstörungsfrei lösbare Kontaktierungen können nach heutigem Stand der Technik nur formschlüssig hergestellt werden. Bei dieser Verbindungstechnik müssen für eine Schaltungseinheit sichere Kontakte gegeben sein.

Einerseits werden elektrisch sichere Kontakte an allen Kontaktstellen benötigt, es muß bei der Montage folglich ein gleichmäßiger Druckaufbau erreicht werden, also eine gute Druckverteilung in allen Druckkontaktstellen erfolgen. Andererseits muß, bei Verwendung von federnden Verbindungen, an jeder einzelnen Kontaktstelle für ein dynamisches Verhalten der einzelnen gedrückten Kontaktstellen und der Druckkontaktelemente bei von einander unterschiedlicher thermischer und elektrischer Belastung gesorgt werden. Die Alterung der Druckkontaktelemente muß vermieden werden, das wird durch den erfinderischen Aufbau realisiert.

Die Druckkontaktierung darf bei Dauer- oder Wechselbelastung nicht ermüden, muß also in der Konstruktion so gewählt sein, daß alle Aufbauelemente gleichartig in ihrer Lebenserwartung und in ihrem Aufbau gestaltet sind und in den Materialeigenschaften ein stabiles Langzeitverhalten unter Wechselbelastung ausweisen.

Die federnden Druckelemente sind in engen Toleranzbereichen an allen Druckkontaktstellen mit dem erforderlichen dynamischen Anpreßdruck bei allen Betriebszuständen so

zu gestalten, daß jede einzelne Kontaktstelle sicher kontaktiert wird und nicht durch sich aufbauende überhöhte Druckbelastungen an einzelnen Kontaktstellen eine mechanische Zerstörung des Aufbaus erfolgt.

Der Erfindungsgedanke soll anhand des nachfolgend in Figuren veranschaulichten beispielhaften Aufbaus einer Halbbrücke, die für sehr hohe Leistungen konstruiert worden ist, näher erläutert werden.

Fig. 1 zeigt den Stand der vergleichbaren Technik aus DE 30 05 313 im Längsschnitt.

Fig. 2 skizziert den mit Fig. 1 vergleichbaren Längsschnitt eines erfinderschen Moduls.

Fig. 3 bildet die Draufsicht auf ein erfindersches Modul ohne Deckel ab.

Fig. 4 skizziert den Querschnitt der Einzelheit eines erfinderschen Leistungsthyristors, wobei der Gateanschluß des Thyristors zur Grundplatte gerichtet ist.

Fig. 5 skizziert den Querschnitt der Einzelheit eines erfinderschen Leistungsthyristors, wobei der Gateanschluß des Thyristors zum Anschlußleiter gerichtet ist.

Fig. 6 stellt die Dehnschraube im Querschnitt vor.

Fig. 1 zeigt den Stand der vergleichbaren Technik aus DE 30 05 313 im Längsschnitt. Hier soll nur auf die mit der vorliegenden Erfindung zu vergleichenden Einzelheiten eingegangen werden, alle übrigen Beschreibungsteile sind in der dortigen Patentschrift enthalten. Auf der Bodenplatte 1 sind Isolierstoffscheiben 2 positioniert, auf diesen liegt die Kontaktschiene 51 zum Mittelabgriff des Hauptstromes, bzw. zur Herstellung der dadurch in Reihe geschalteten Halbleiterbauelemente 4. Die Halbleiterbauelemente waren vor dem Einpacken durch Umhüllen (in Form von Scheibenzellen) hermetisiert.

Auf diese Scheibenzellen 4 werden Anschlußleiter 53 mit Isolierstoffkörpern 64 aufgebracht. Mittels Federkörper 62 in Form von Tellerfedern wird der erforderliche Anpreßdruck über eine gemeinsame Druckplatte 61 mittels Schraubenelemente 81 erzeugt.

Durch diese Aufbaumethode ergeben sich die darzustellenden dem Stand der Technik anhaftenden Nachteile gegenüber der Erfindung. Einerseits müssen Höhenunterschiede zwischen den Halbleiterbauelementen 4 durch das Einfügen von Kontaktscheiben 52 ausgeglichen werden, wenn beispielhaft Leistungshalbleiterbauelemente unterschiedlicher Dicke zum Einsatz kommen, wie das immer der Fall ist, wenn ein Thyristor mit einer Diode zusammen in einem Modul plziert wird. Andererseits verteilt sich der Druck statisch gleichförmig durch die innere Stabilität der Druckplatte 61 und der Federkörper 62. Durch die Toleranz in der Ausführung der Federkörper 62 und der Dicke der Halbleiterbauelemente 4 kommt es bei den dynamischen Anforderungen zu Verspannungen in dem Gesamtsystem bezüglich der Druckverhältnisse. Im übrigen wird in der dortigen Schrift erwähnt, daß diese Art der Erzeugung des Kontaktdruckes bereits zum damaligen Stand der Technik gehörte und nicht erfindungsrelevant war.

Hier setzt die eigene erfindersche Idee an, denn die aufgezeigten Nachteile führen dazu, daß die obere Leistungsgrenze nicht zu höheren Belastungswerten ausgedehnt werden konnte. Das wird im folgenden näher über die nachfolgende Figurenbeschreibung erläutert. Bei möglichst weitgehender Bauformanalogie, die sich über weit mehr als zehn Jahre in der Industrie bewährt hat, wird neben einer Rationalisierung mit Senkung der Herstellungskosten die erfindersche dynamische Druckbeaufschlagung für das Hochleistungsmodul vorgestellt.

Fig. 2 skizziert den mit Fig. 1 vergleichbaren Längsschnitt eines erfinderschen Moduls. Auf einer Bodenplatte 1 wird ein Zuschnitt einer beidseitig klebenden mit entspre-

chenden stanztechnisch gebildeten Ausnehmungen versehene flexible Kunststoffolie 202 positioniert. Die Kunststoffolie ist vorzugsweise aus einem aufgeschäumten porcnverschlossenen Silikonkautschuk hergestellt, um eine gute Abdichtung des Gehäuses gegenüber der Grundplatte ohne weitere Hilfsmittel in allen Betriebszuständen zu erreichen.

Durch eine solche beispielhaft gestaltete Kunststoffolie 202 wird neben der elektrisch hervorragenden Isolierung der Kontaktschiene 51 gegen die Grundplatte 1 gleichzeitig eine genaue Anpassung beider Aufbauteile an deren Oberflächenebenheit erreicht. Die Kunststoffolie 202 besitzt die geometrische Außenkontur der Grundfläche des Gehäuses 3, das seinerseits über Justiernasen 15 orientiert aufgesetzt wird, und verfügt über mehrere Ausnehmungen in ihrer flächigen Ausdehnung u. a. für die Aufnahme von Isolierstoffscheiben 2 entsprechender Größe, diese wiederum sind aus Aluminiumoxid oder -nitrid gebildet und dem Stand der Technik zuzuordnen.

Auf den Isolierstoffscheiben 2 wird die Kontaktschiene 205 positioniert. Die Kontaktschiene 205 ist so vorgeformt, daß auf ihr zwei Leistungshalbleiterbauelemente 204 Platz finden. In der geometrischen Gestaltung sind die zwei ebenen Flächen der Kontaktschiene 205 für die Leistungshalbleiterbauelemente mit großer Ebenheit bedacht und es sind aufbauseitig Aussparungen 206 für die Gate-Anschlüsse der alternativ eingesetzten Thyristoren mit unten liegendem Zentralgate vorhanden.

Sehr vorteilhaft ist eine galvanische Oberflächenbehandlung der Kontaktschienen 205 in den Oberflächenbezirken, in denen die Bauelemente 204 positioniert werden. Vorzugsweise ist eine Versilberung mit einer Schichtdicke von circa 10 µm vorzusehen. Diese Galvanikschicht sorgt wegen ihrer Duktilität für eine gute Oberflächenanpassung der druckkontaktierten Teile untereinander, was den Übergang der Wärme und des elektrischen Stromes begünstigt.

Mittels Justieringen 208 wird eine genaue und reproduzierbare Lage der Leistungshalbleiterbauelemente 204 erreicht. Der zweifach eingesetzte obere Anschlußleiter 53 verfügt analog zu der Kontaktschiene 205 über eine entsprechende Aussparung 206 für das alternative Positionieren von Gateanschlüssen, die seitlich aus dem Gehäuse für einen Steckkontakt 71 mit äußeren Anschlüssen herausgeführt werden.

Der obere Anschlußleiter 53, bei dem eine analoge Oberflächen galvanik, wie sie bei der Kontaktschiene 51 beschrieben wurde, sehr sinnvoll ist, birgt in sich zur Befestigung äußerer Hauptstromanschlüsse Gewinde. Er wird gegen alle übrigen Aufbauteile elektrisch durch einen mechanisch gegen Druckbeaufschlagung stabilen Isolierstoffkörper 64 aus organischen Polymeren mit einem großen Anteil anorganischer Füllstoffe getrennt. Dabei sichert die Formgestaltung dieses Isolierstoffkörpers 64 eine verdrehungssichere und paßgenaue Lage des oberen Anschlußleiters 53 zu den entsprechenden Ausbildungen des Gehäuses 203.

Auf den oberseitig um den zylindrisch geprägten Teil flächig ausgebildeten Isolierstoffkörper 64 werden für jedes der zwei Leistungshalbleiterbauelemente 204 separate metallische Druckscheiben 63 gelegt. Erfindersich ist eine druckmäßige Entkoppelung der einzelnen Halbleiterbauelemente 204 von einander vorgesehen, da jedes einzelne Bauelement eine unterschiedliche Ausdehnung bei elektrischer Belastung erfahren kann.

Zur elektrischen Isolation des nach außen geführten Anschlusses der Kontaktschiene 51 von den naheliegenden metallischen Teilen des Innenaufbaues, wie Dehnschrauben 210 und Druckscheibe 63, wird eine Abschottung 215 mittels Isolator vorgenommen. Einem gleichen Zweck und zusätzlich der mechanischen Verriegelung dient ein aufgesetz-

ter Deckel 9, der gleichzeitig einen Schutz gegen Verschmutzung darstellt.

Fig. 3 bildet die Draufsicht auf ein erfindersches Modul ohne Deckel ab. Auf der Bodenplatte 1 ist die Lage der Kunststoffolie 202 erkennbar, auf die das Gehäuse 3 aufgesetzt und durch die Eigenschaften der Folie 202 dicht gegen die Bodenplatte 1 verschlossen ist. Auf der Unterseite besitzt das Gehäuse 3 vier Nasen, die in entsprechende Vertiefungen 15 der Bodenplatte 1 einrasten, wodurch eine justierte und arretierte Lage des Gehäuses erreicht wird. Die Kontaktschiene 51 ist für äußere Stromanschlüsse herausgeführt.

Die Anschlußleiter 53 sind durch die Isolierstoffkörper 64 umhüllt. Auf den flächig gestalteten Rändern der Isolierstoffkörper 64 liegen zwei Druckscheiben 63, die jeweils Durchführungen für drei Dehnschrauben 210 besitzen, um eine genaue Bestimmung des Drucksystems zu erreichen. Die Dehnschrauben selbst sind mit einem in die Bodenplatte 1 ragenden Gewinde versehen, so daß sie das Gesamtsystem der hier beispielhaft dargestellten gesteuerten Halbrücke unter Druck setzen und damit gleichzeitig insgesamt zusammenfügen können.

In diesem technologischen Zustand erfolgt das Befüllen der Innenhölräume mit einem Monomeren des Silikonkautschuks, der nach Entgasen polymerisiert wird. Durch diesen Silikonkautschuk werden alle erforderlichen elektrischen Isolationen erwirkt und gleichzeitig bewirkt der Silikonkautschuk neben einem relativ guten Wärmetransport eine Hermetisierung aller feuchtigkeitsempfindlichen Innenaufbauten. Das Gehäuse 3 verfügt über Innenwandungen 203, die paßgenau die beiden Stapel von Leistungshalbleiterbauelementen mit deren Stromversorgungen und Isolationen Platz bieten. Zur Isolation der Innenaufbauten gegenüber der Kontaktschiene 51 wird eine Kunststoffabschottung 215 vorgenommen. Alle Hilfskontakt- und Gateanschlüsse 71 werden auf der Schmalseite des Moduls herausgeführt, die der Seite mit der Kontaktschiene gegenüberliegt.

Fig. 4 skizziert den Querschnitt der Einzelheit eines erfinderschen Leistungsthyristors, wobei der Gateanschluß des Thyristors untenliegend ist. Auf der Bodenplatte 1 ist die flexible Kunststoffolie 202 aufgebracht, auf der das Gehäuse 3 verdrehungssicher aufgelegt ist. Innerhalb der Innenwandungen 203 des Gehäuses 3 befindet sich keine Kunststoffolie, hier wird zunächst die Isolierstoffscheibe 2 zum elektrisch isolierten Aufbau des Moduls direkt auf die Bodenplatte 1 positioniert. Auf der Isolierstoffscheibe 2 liegt die Kontaktschiene 205, die über eine, für eine in Fig. 4 nicht dargestellte alternative Positionierung des Halbleiterbauelementes 4 in Form eines Thyristors, ausgearbeitete Vertiefung 206 zur Aufnahme des Gatekontaktes 207 verfügt.

Das Halbleiterbauelement 4 liegt auf der Kontaktschiene 205 auf. Es wird durch einen Justiering 208 zentriert gelagert. Der obere Anschlußleiter 53 liegt auf dem Halbleiterbauelement 204. Zur Isolation gegenüber der metallischen Druckscheibe 63 wird der Isolierstoffkörper 64 eingelegt, der hier im Querschnitt sehr gut in seiner geometrischen Gestaltung sichtbar ist. Die Dehnschrauben 210 stellen das Druck- und Verbindungselement für alle Aufbauteile dar. Durch den Deckel 9 wird der äußere Abschluß des Moduls erreicht.

Fig. 5 skizziert den Querschnitt der Einzelheit eines erfinderschen Leistungsthyristors, wobei der Gateanschluß des Thyristors zum Anschlußleiter 53 gerichtet ist. Der übrige Aufbau ist unter der Beschreibung zur Fig. 4 offengelegt.

Fig. 6 stellt die Dehnschraube 210 im Querschnitt vor. Der Einsatz einer an sich bekannten Dehnschraube als Aufbaubestandteil in der Leistungselektronik ist neuartig. Die

Möglichkeit der Verwendung ist erfinderisch und basiert auf folgenden näher darzulegenden Gedanken.

Die maximalen Einsatzbedingungen für Halbleiterbauelemente werden durch die Einsatzgebiete geprägt. Für den gebräuchlichen Einsatz wird der Temperaturbereich zwischen 230K und 420K angenommen, in dem eine volle Funktionssicherheit gewährleistet werden muß. Diese Temperaturunterschiede erzeugen unterschiedliche Ausdehnungen der einzelnen zum Aufbau verwendeten Teile. Diese Ausdehnungen müssen durch ein dynamisches System der Federkraft ausgeglichen werden.

Einerseits muß ein sicherer Druckkontakt bei Temperaturen im unteren Grenzbereich gegeben sein und andererseits darf bei Temperaturen an der oberen Grenze kein zu großer Druck aufgebaut werden oder umgekehrt. Die durch die Verlustleistung des Leistungshalbleiterbauelementes bei dem Betrieb des Moduls bedingte Erwärmung verursacht zusätzlich zu der gegebenen äußeren Temperatur eine entsprechende Ausdehnung aller im beschriebenen Stapel unter Druck stehenden Teile, was eine zusätzliche partielle Veränderung der Ausdehnungskräfte bewirkt.

Nach dem Stand der Technik wurden zum dynamischen Druckausgleich Federpakete 62 in Fig. 1 eingesetzt. Diese Tellerfedern sind kostenintensiv und beanspruchen ein größeres Aufbaumodul. Die aus der Dampfkesseltechnik bekannten Dehnschrauben sind in der Fachliteratur beschrieben. Die Dehnschrauben 210 erzeugen einen dynamischen Druck auf das Drucksystem. In der Halbleitertechnik sind enge Grenzen der Druckunterschiede in dem Drucksystem einzuhalten. Deshalb sind die Dehnschrauben genau entsprechend den Erfordernissen so zu definieren, daß sie einen größeren als den erlaubten und zulässigen Druck verhindern, aber den erforderlichen Druck aufrechterhalten.

Die Aufnahme der Gesamtlast, also die Summe aus erforderlichem minimalen Druckkontakt (Flächendruck) plus Druckkraft, hervorgerufen durch die thermische Ausdehnung des Druckkontaktaufbaus, wird durch die Dimensionierung des Gewindes in der Grundplatte 1 und deren Ausziehfestigkeit bestimmt. Diese Gewindemutter muß kompatibel zu der Gewindegeometrie 211 der Dehnschraube gestaltet sein.

Die drei Dehnschrauben 210 jedes Halbleiterdrucksystems sind mit dem erforderlichen minimalen Druckkontakt-Flächendruck vorgespannt. Die geometrische Gestaltung der Dehnschraube 210 übernimmt im elastischen Bereich 212 die Aufnahme der Druckkraft, die durch die thermische Ausdehnung des Druckkontaktaufbaus hervorgerufen wird. Die genaue geometrische Gestaltung der Dehnzone 212 der Dehnschraube wird durch Taillieren und/oder Einbringen einer Kernbohrung sowie die Länge des Dehnstumpfes im elastischen Bereich 212 den Erfordernissen des Modulaufbaus angepaßt.

Die Schwellast der Dehnschraube liegt im dauerelastischen Bereich des zur Herstellung verwendeten Schraubenwerkstoffes. Die Gesamtlast wird gleichmäßig mittels des Druckaufnehmers in der Form der metallischen Druckscheibe 63 auf die Dehnschrauben verteilt. Die Dehnschrauben nehmen die Gesamtlast gleichmäßig auf, dies wird durch Anbringen eines Schraubenkopfes 214, einer Schraubenausziehsicherung oder entsprechender anderweitiger Maßnahmen nach dem Stand der Technik erreicht. Vorteilhaft wegen der zügigen Montage bzw. Demontage ist das Verwenden eines innenliegenden Schraubenschlüsselansatzes 213 nach dem Stand der Technik.

#### Patentansprüche

1. Leistungshalbleitermodul, auf dem mindestens ein

Leistungshalbleiterbauelement (4) auf einer Bodenplatte (1) elektrisch davon durch eine Isolierstoffschleibe (2) getrennt druckkontaktiert wird, wobei das mindestens eine Halbleiterbauelement (4) mit zugehörigen Kontaktflächen mittels Verbindungselementen elektrisch leitend verbunden ist und mit einem Gehäuse (3, 9) verschlossen ist, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Bodenplatte (1) mit dem Gehäuse (3) mittels beidseitig klebender flexibler Kunststoffolie (202) dicht verbunden ist, das mindestens eine Leistungshalbleiterbauelement (204) mit einer Kontaktschiene (205) und einem Anschlußleiter (53) mittels Dehnschrauben (210) isoliert druckkontaktiert ist und die alternative Kontaktierung von Gateanschlüssen (207) für unten und oben liegendes Gate vorgesehen ist.

2. Leistungsmodul nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Bodenplatte (1) aufbauscitig Ausnehmungen in Form von Gewindelöchern für die Verschraubung mit Dehnschrauben (210) und Vertiefungen (15) für die justierte Lage des Gehäuses (3) besitzt.

3. Leistungsmodul nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Gewindelöcher für die Verschraubung mit der Dehnschraube (210) die auftretenden Ausziehkräfte im elastischen Bereich der Festigkeit des Werkstoffes der Bodenplatte (1) aufnimmt.

4. Leistungsmodul nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die beidseitig klebende Kunststoffolie (202) aus einem aufgeschäumten und porenverschlossenem Silikonkautschuk hergestellt wurde.

5. Leistungsmodul nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Kontaktschiene (205) in den Oberflächenbezirken auf denen die Leistungshalbleiterbauelemente (204) positioniert werden und die Anschlußleiter (53) an den für den Druckkontakt vorgesehenen Stirnflächen mit einer Oberflächengalvanikschiene, vorzugsweise bestehend aus einer ca. 10 µm starken duktilen Schicht, versehen werden.

6. Leistungsmodul nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Dehnschrauben (210) die druckkontaktierten Leistungshalbleiterbauelemente (204) dynamisch bei allen Temperaturen und Betriebsbedingungen sicher kontaktieren und einen vorgeschriebenen Höchstdruck nicht überschreiten lassen.

---

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

---

- Leerseite -

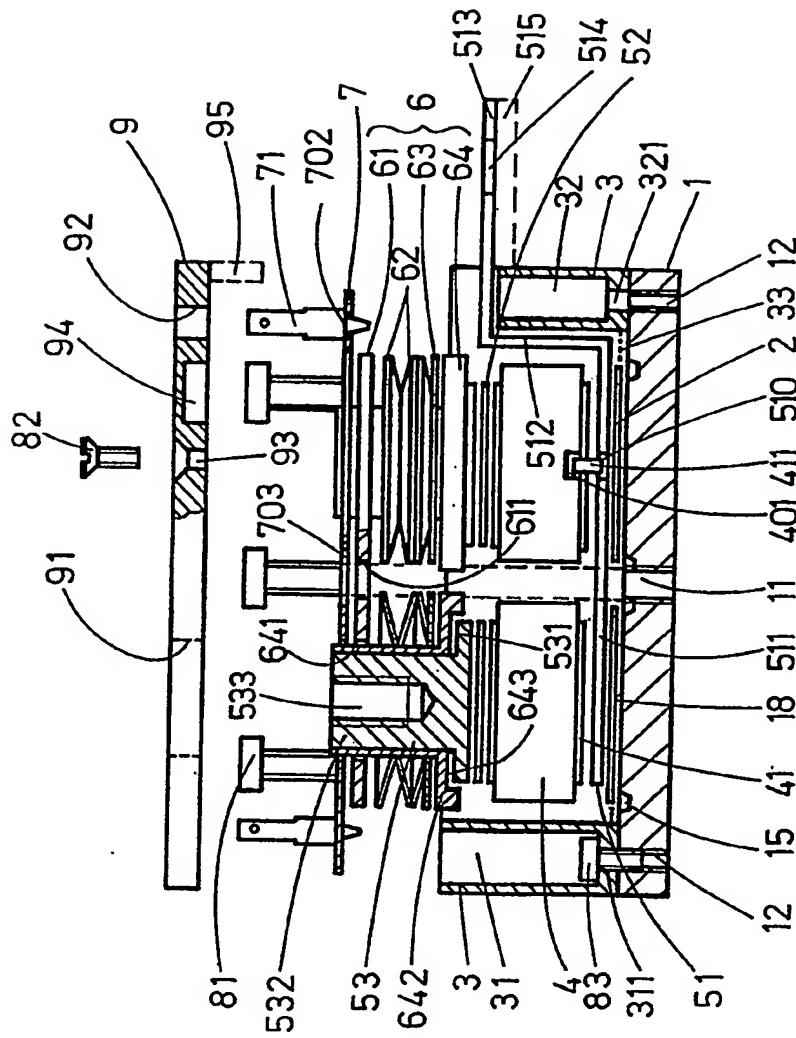


Fig. 1

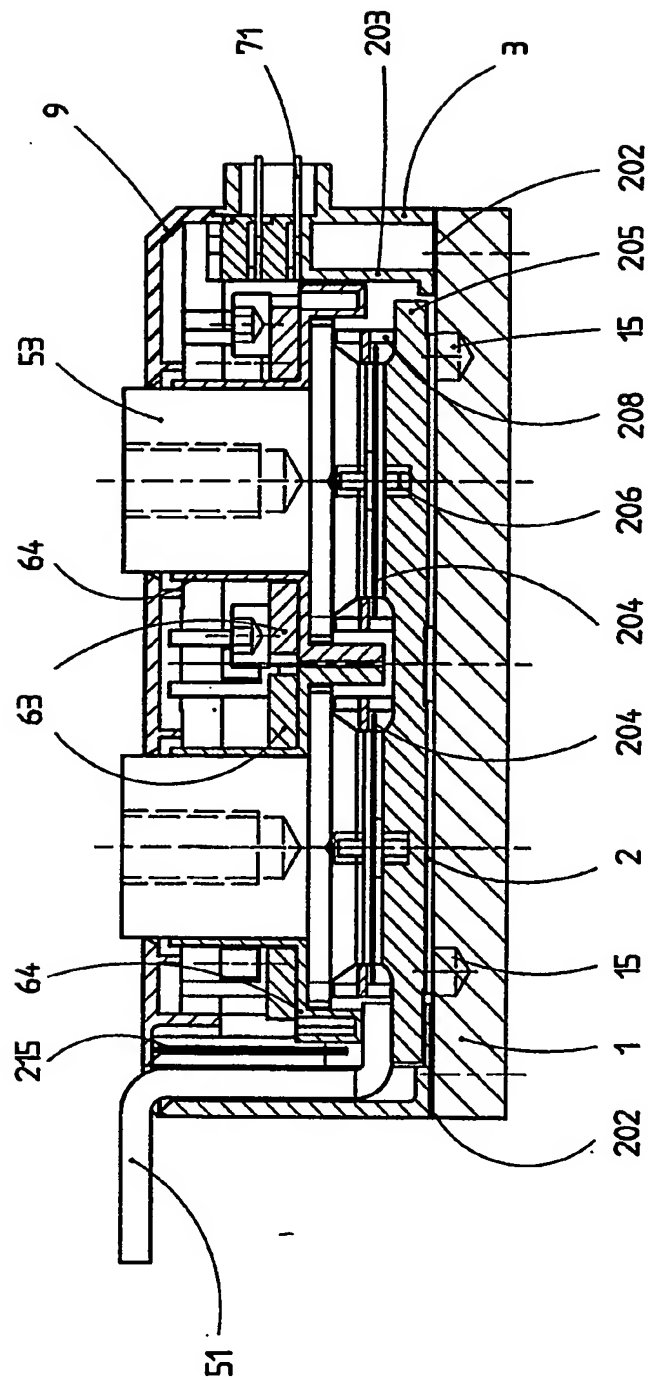


Fig. 2



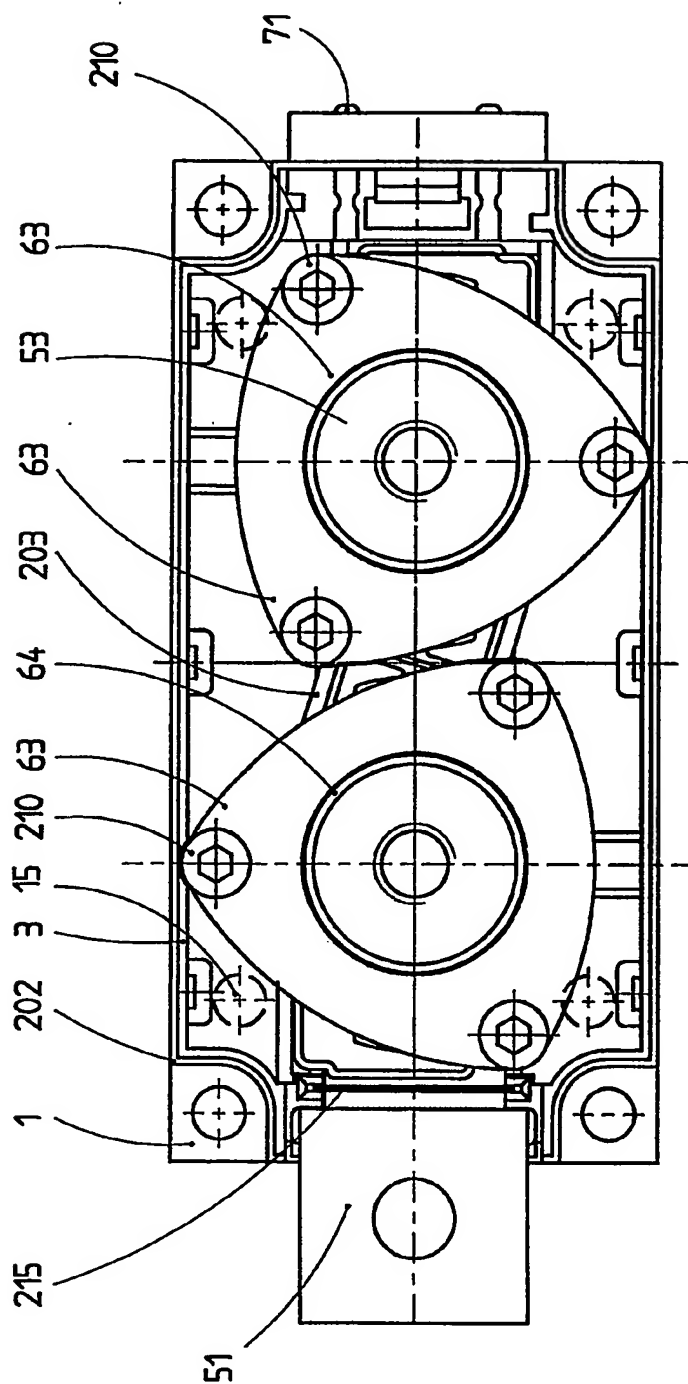


Fig. 3

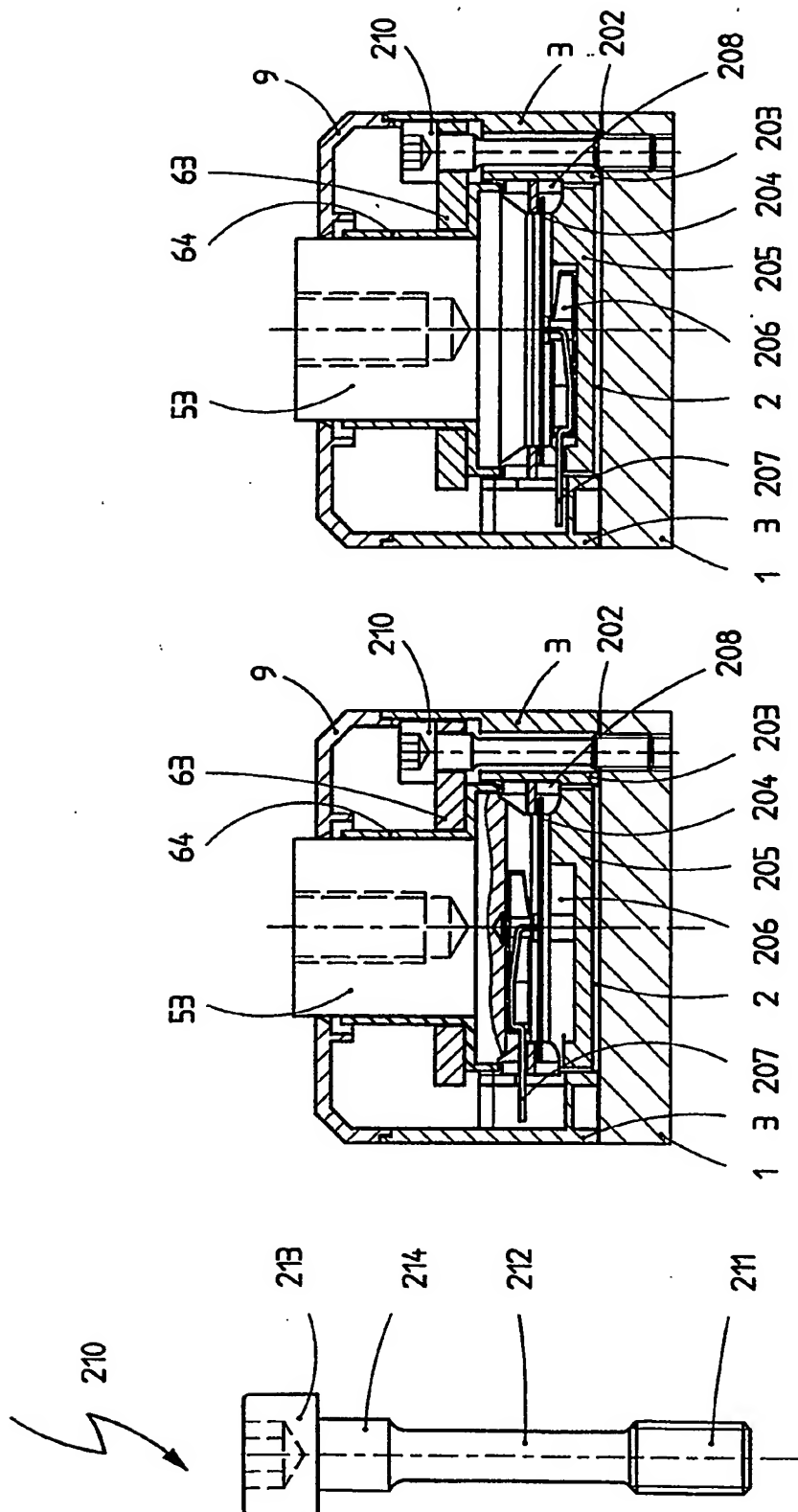


Fig. 4

Fig. 5

Fi. 6